

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-87502

(43)公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51)Int.Cl.⁸

H 0 1 L 21/768

識別記号

F I

H 0 1 L 21/90

A

C

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-244020

(22)出願日 平成9年(1997) 9月9日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 高瀬 珠生

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 松能 正

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 宮島 秀史

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

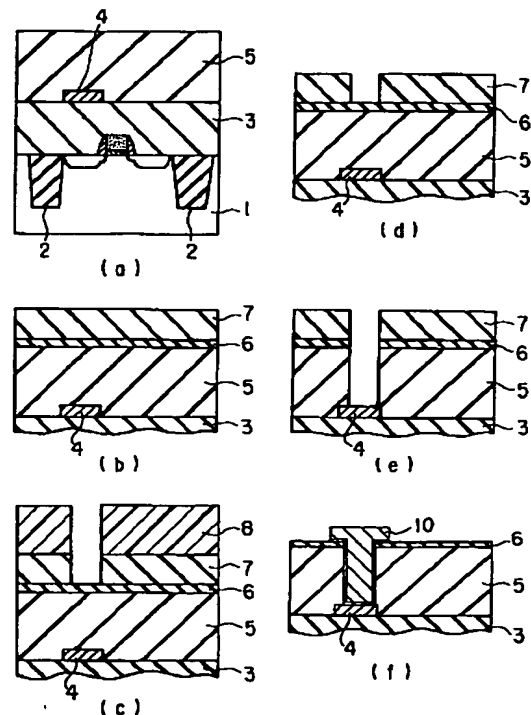
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】有機シロキサン膜（層間絶縁膜）の利点である低誘電率特性を損なわずに多層配線を形成すること。

【解決手段】金属配線4上に有機シロキサン膜5、シリコン窒化膜6、無機シロキサン膜7、レジストパターン8を順次形成し、次にレジストパターン8をマスクにして無機シロキサン膜7をエッチングし、レジストパターン8のパターンを無機シロキサン膜7に転写し、次にシリコン窒化膜6を有機シロキサン膜5の保護マスクに用いて、レジストパターン8を酸素プラズマにより除去し、次に無機シロキサン膜7をマスクにしてシリコン窒化膜6、有機シロキサン膜5をエッチングし、第1の金属配線4に達する接続孔を形成し、次に無機シロキサン膜7を除去した後、接続孔を介して金属配線4に接続する金属配線10を形成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 の配線層が形成された下地上に前記第 1 の配線層を覆う第 1 の絶縁膜を形成する工程と、

前記第 1 の絶縁膜上に第 2 の絶縁膜、第 3 の絶縁膜を順次形成する工程と、

前記第 3 の絶縁膜上に、前記第 1 の配線層に対する接続孔に対応した開口パターンを有する第 1 のレジストパターンを形成する工程と、

前記第 2 の絶縁膜を前記第 1 の絶縁膜に対しての耐エッチングマスクに用い、前記第 1 のレジストパターンをマスクにして前記第 3 の絶縁膜を選択的にエッチングし、前記第 1 のレジストパターンのパターンを前記第 3 の絶縁膜に転写する工程と、

前記第 2 の絶縁膜を前記第 1 の絶縁膜の保護マスクに用いて、前記第 1 のレジストパターンを除去する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】前記第 1 のレジストパターンを除去する工程の後、前記第 3 の絶縁膜をマスクにして前記第 2 の絶縁膜、前記第 1 の絶縁膜を順次エッチングし、前記第 1 の配線層に達する接続孔を形成する工程と、

前記第 3 の絶縁膜を除去した後、前記接続孔を介して前記第 1 の配線層に接続する第 2 の配線層を形成する工程とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】前記第 1 のレジストパターンを除去する工程の後、前記第 3 の絶縁膜をマスクにして前記第 2 の絶縁膜をエッチングし、前記第 1 の絶縁膜に達する開口部を形成する工程と、

前記第 3 の絶縁膜を除去した後、前記開口部の内部を充填するように、前記第 1 および第 2 の絶縁膜上に第 4 の絶縁膜を形成する工程と、

前記第 4 の絶縁膜上に第 5 および第 6 の絶縁膜を順次形成する工程と、

前記第 6 の絶縁膜上に、前記第 1 の配線層に対する配線溝に対応した開口パターンを有する第 2 のレジストパターンを形成する工程と、

前記第 5 の絶縁膜を前記第 4 の絶縁膜に対しての耐エッチングマスクに用い、前記第 2 のレジストパターンをマスクにして前記第 6 の絶縁膜を選択的にエッチングし、前記第 2 のレジストパターンのパターンを前記第 6 の絶縁膜に転写する工程と、

前記第 5 の絶縁膜を前記第 4 の絶縁膜の保護マスクに用いて、前記第 2 のレジストパターンを除去する工程とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】前記第 2 のレジストパターンを除去する工程の後、前記第 6 の絶縁膜をマスクにして、前記第 2 の絶縁膜が露出するまで、前記第 5 および前記第 4 の絶縁膜をエッチングし、前記第 4 の絶縁膜に配線溝を形成する工程と、

2

前記第 6 および前記露出した第 2 の絶縁膜をマスクにして、前記第 4 および第 1 の絶縁膜を順次エッチングし、前記第 1 の配線層に達する接続孔を形成する工程と、前記第 6 の絶縁膜を除去した後、前記配線溝および前記接続孔を介して前記第 1 の配線層に接続する第 2 の配線層を形成する工程とを有することを特徴とする請求項 3 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】前記第偶数番の絶縁膜は有機化合物からなり、前記第奇数番の絶縁膜は無機化合物からなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】前記レジストパターンの除去を酸素プラズマを用いて行なうことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造方法に係わり、特に層間絶縁膜として低酸素プラズマ耐性の絶縁膜を用いて多層配線を形成する場合に有効な半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の L S I の高集積化に伴い、その配線は微細化、多層化する傾向にある。また、高性能デバイスでは、微細化、多層化と同時に配線間容量を下げる必要が生じている。配線間容量を下げるためには、例えば誘電率の低い層間絶縁膜を用いれば良い。

【0003】低誘電率の層間絶縁膜としては、従来から使われているシリコン酸化膜に代わり、シロキサンや有機化合物からなる絶縁膜を用いることが提案されている。この種の低誘電率の絶縁膜は、スピンコート法で形成できるため、エッチバックや化学的機械的研磨法 (CMP) などの平坦化技術を用いずに平坦化でき、多層化が容易であるという利点もある。すなわち、低誘電率化と多層化との両立を容易に図ることができる。

【0004】図 4 に、低誘電率の層間絶縁膜として、有機シロキサン膜を用いた従来の多層配線の工程断面図を示す。まず、図 4 (a) に示すように、素子分離、素子形成が済んだシリコン基板 8 1 上に絶縁膜 8 2 を介して第 1 の金属配線 8 3 を形成する。この後、同図 (a) に示すように、第 1 の金属配線 8 3 が形成された絶縁膜 8 2 上に有機シロキサン膜 8 4 をスピンコート法により形成する。

【0005】次に図 4 (b) に示すように、第 1 の金属配線 8 3 上に開口パターンを有するレジストパターン 8 5 を有機シロキサン膜 8 4 上に形成する。次に図 4 (c) に示すように、レジストパターン 8 5 をマスクにして、有機シロキサン膜 8 4 を R I E 法にてエッチングし、第 1 の金属配線 8 3 に達する接続孔を形成する。この後、レジストパターン 8 5 を酸素プラズマを用いて除去する (図 4 (d))。

【0006】最後に、図4(d)に示すように、接続孔の側面および底面を被覆するTi/TiNのバリアメタル膜86を形成した後、接続孔の内部を充填するCuが添加されたAlからなる第2の金属配線87をスパッタ法にて形成し、2層構造の多層配線が完成する。

【0007】しかしながら、この種の形成方法には以下のような問題があった。低誘電率の絶縁材料である有機シロキサンは、酸素プラズマ耐性が低いという性質がある。そのため、図4(d)のレジストパターン85の除去工程で使用する酸素プラズマにより、有機シロキサン膜84の膜質が変化し、誘電率が高くなるという問題があった。このような誘電率の上昇は、配線間容量の増加を招き、LSIの性能が劣化する原因となる。

【0008】また、この変質した有機シロキサン膜84によって、第1の金属配線83、バリアメタル膜86、第2の金属配線87が腐食するという問題もあった。ところで、有機シロキサン膜84の酸素プラズマ耐性を高くするのに有効な方法の1つとして、酸素イオンによる表面処理が知られている。

【0009】しかしながら、微細化が進んだLSIでは、接続孔のアスペクト比が高いので、酸素イオンが接続孔の奥のほうまでとどかず、第1の金属配線83近傍の接続孔の側面まで完全に改質することは困難である。

【0010】また、酸素イオンが接続孔の奥のほうまでとどくようにと、酸素イオンを過剰に注入すると、第1の金属配線83に酸素イオンが注入され、第1の金属配線83と第2の金属配線87とのコンタクト抵抗が増加するという問題が起こる。

【0011】接続孔と配線溝の内部を同時に導電膜で埋め込むデュアルダマシンプロセスの場合、配線溝の分だけさらに深くなるので、これらの酸素イオン注入による表面改質に関する問題はより深刻なものとなる。以上述べた問題は、低誘電率の層間絶縁膜として、シロキサンの代わりに、有機化合物からなる絶縁膜を用いた場合にも起こる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上述の如く、配線間容量を下げるために、層間絶縁膜として、シロキサンや有機化合物からなる低誘電率の絶縁膜を用いることが提案されている。しかしながら、この種の低誘電率の絶縁膜は、耐酸素プラズマ耐性が低いために、その上に形成したレジストパターンを酸素プラズマにより除去すると、膜質が変質し、誘電率が高くなるという問題があった。また、変質した絶縁膜により金属配線が腐食するという問題もあった。

【0013】本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、絶縁膜上に形成した接続孔や配線溝に対応した開口パターンを有するレジストパターンを除去する際に、該絶縁膜に影響を与えずに済む半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

【構成】上記目的を達成するために、本発明に係る半導体装置の製造方法(請求項1)は、第1の配線層が形成された下地上に前記第1の配線層を覆う第1の絶縁膜を形成する工程と、前記第1の絶縁膜上に第2の絶縁膜、第3の絶縁膜を順次形成する工程と、前記第3の絶縁膜上に、前記第1の配線層に対する接続孔に対応した開口パターンを有する第1のレジストパターンを形成する工程と、前記第2の絶縁膜を前記第1の絶縁膜に対しての耐エッチングマスクに用い、前記第1のレジストパターンをマスクにして前記第3の絶縁膜を選択的にエッチングし、前記第1のレジストパターンのパターンを前記第3の絶縁膜に転写する工程と、前記第2の絶縁膜を前記第1の絶縁膜の保護マスクに用いて、前記第1のレジストパターンを除去する工程とを有することを特徴とする。

【0015】ここで、接続孔を介して2層目の配線層を形成する場合には、前記第1のレジストパターンを除去する工程の後、前記第1のレジストパターンを除去し、次に前記第3の絶縁膜をマスクにして前記第2の絶縁膜、前記第1の絶縁膜を順次エッチングし、次に前記第1の配線層に達する接続孔を形成し、次に前記第3の絶縁膜を除去し、次に前記接続孔を介して前記第1の配線層に接続する第2の配線層を形成すれば良い(請求項2)。

【0016】また、本発明に係る他の半導体装置の製造方法(請求項3)は、上記半導体装置の製造方法(請求項1)の後に、前記第1のレジストパターンを除去する工程の後、前記第3の絶縁膜をマスクにして前記第2の絶縁膜をエッチングし、前記第1の絶縁膜に達する開口部を形成する工程と、前記第3の絶縁膜を除去した後、前記開口部の内部を充填するように、前記第1および第2の絶縁膜上に第4の絶縁膜を形成する工程と、前記第4の絶縁膜上に第5および第6の絶縁膜を順次形成する工程と、前記第6の絶縁膜上に、前記第1の配線層に対する配線溝に対応した開口パターンを有する第2のレジストパターンを形成する工程と、前記第5の絶縁膜を前記第4の絶縁膜に対しての耐エッチングマスクに用い、前記第2のレジストパターンをマスクにして前記第6の絶縁膜を選択的にエッチングし、前記第2のレジストパターンのパターンを前記第6の絶縁膜に転写する工程と、前記第5の絶縁膜を前記第4の絶縁膜の保護マスクに用いて、前記第2のレジストパターンを除去する工程とを有することを特徴とする。

【0017】ここで、2層目の配線層を形成する場合には、前記第2のレジストパターンを除去する工程の後、前記第6の絶縁膜をマスクにして、前記第2の絶縁膜が露出するまで、前記第5および前記第4の絶縁膜をエッチングし、前記第4の絶縁膜に配線溝を形成し、次に前

5

記第6および前記露出した第2の絶縁膜をマスクにして、前記第4および第1の絶縁膜を順次エッチングし、前記第1の配線層に達する接続孔を形成し、次に前記第6の絶縁膜を除去した後、前記配線溝および前記接続孔を介して前記第1の配線層に接続する第2の配線層を形成すれば良い（請求項4）。

【0018】また、前記第1および前記第4の絶縁膜としては有機化合物（例えば有機シロキサン）からなる絶縁膜、前記第3および前記第6の絶縁膜としては無機化合物（例えば無機シロキサン）からなる絶縁膜を用いると良い（請求項5）。

【0019】これにより、前記第1の絶縁膜に対して前記第3の絶縁膜を容易に選択的にエッチング除去でき、また前記第4の絶縁膜に対して前記第6の絶縁膜を容易に選択的にエッチング除去できるようになる。

【0020】本発明において、第2の絶縁膜としては、例えばシリコン窒化膜、炭素膜を用いると良い。また、第3の絶縁膜、第6の絶縁膜の除去は、酸性溶液で行なうことが好ましい。これにより、下地の配線層にダメージを与えずに済む。

【0021】また、本発明において、第1の配線層は、絶縁膜に形成された金属配線でも良いし、あるいは半導体基板の表面に形成された不純物拡散層でも良い。

【作用】本発明（請求項1～6）によれば、第3の絶縁膜のエッチングの際に用いた配線溝に対応した開口パターンを有する第1のレジストパターンを除去するとき、第1の絶縁膜は第2の絶縁膜により保護されるので、第1の絶縁膜は第1のレジストパターンの除去工程の影響を受けずに済む。

【0022】このような作用効果は、本発明（請求項3）において、第6の絶縁膜のエッチングの際に用いた配線溝に対応した開口パターンを有する第2のレジストパターンの除去工程でも得られる。この場合、第4の絶縁膜が第5の絶縁膜により保護され、第4の絶縁膜は第2のレジストパターンの除去工程の影響を受けずに済む。

【0023】特に本発明（請求項6）のように、レジストパターンの除去を酸素プラズマを用いて行なう場合には、第1の絶縁膜や第4の絶縁膜として、有機シロキサン膜などのように低誘電率・低酸素プラズマ耐性の絶縁膜を用いても、第1の絶縁膜や第5の絶縁膜の誘電率の上昇や、第1の配線層や第2の配線層の腐食を招かずに済む。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態（以下、実施形態という）を説明する。

（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係る多層配線の形成を示す工程断面図である。ここでは、2層のR I E配線の場合について説明する。

【0025】まず、図1（a）に示すように、シリコン基板1に素子を形成する。図には、素子として、L D D

6

構造のM O S トランジスタが示されている。また、素子分離はS T Iにて行なっており、図中の2はその素子分離絶縁膜を示している。

【0026】次に同図（a）に示すように、素子が形成されたシリコン基板1上に層間絶縁膜3を形成した後、この層間絶縁膜3上に第1の金属配線4を形成する。この第1の金属配線4は、フォトリソグラフィとR I Eを用いて、A l膜等の導電膜を加工して形成する。

【0027】この後、同図（a）に示すように、第1の金属配線4が形成された層間絶縁膜3上に、 $-C H_3$ 官能基を有する厚さ1 μm の有機シロキサン膜5をスピニング法を用いて形成する。

【0028】スピニング法を用いることにより、有機シロキサン膜5は成膜と同時に平坦になるので、エッチバックやC M P等の平坦化技術による平坦化工程が不要になる。

【0029】次に図1（b）に示すように、有機シロキサン膜5上に厚さ20 n mのシリコン窒化膜6をプラズマC V D法を用いて形成する。次に同図（b）に示すように、シリコン窒化膜6上に、S i-H結合は有するが有機基は有しないシロキサン（以下、無機シロキサンという）膜7をスピニング法を用いて形成する。この無機シロキサン膜7の膜厚は300 n mとする。また、有機シロキサン膜5の場合と同様に、平坦化工程が不要になる。

【0030】次に図1（c）に示すように、無機シロキサン膜7上に、第1の金属配線4に対する接続孔に対応した開口パターンを有するレジストパターン8を、リソグラフィ技術を用いて形成する。

【0031】次に同図（c）に示すように、レジストパターン8をマスクにして、無機シロキサン膜7をR I E法にてエッチングし、レジストパターン8のパターンを無機シロキサン膜7に転写する。このとき、シリコン窒化膜6が除去されないようにする。すなわち、有機シロキサン膜5が露出しないようにする。

【0032】この後、酸素プラズマ処理により、レジストパターン8を剥離する（図1（d））。このとき、有機シロキサン膜5はシリコン窒化膜6で覆われ、有機シロキサン膜5は酸素プラズマに晒されないため、有機シロキサン膜5は酸素プラズマによって変質せず、誘電率が高くなることはない。また、有機シロキサン膜5の変質による、後工程で形成するバリアメタル層や第2の金属配線の腐食を防止することができる。

【0033】次に図1（e）に示すように、無機シロキサン膜7をマスクにして、シリコン窒化膜6、有機シロキサン膜5を連続的にR I E法にてエッチングし、第1の配線4に達する接続孔を形成する。

【0034】このときのR I E条件は、シリコン窒化膜6をR I Eするときには、無機シロキサン膜7に対するシリコン窒化膜6のエッチング選択比が十分に高くなる

条件とし、有機シロキサン膜5をエッチングするときには、無機シロキサン膜7またはシリコン窒化膜6に対する有機シロキサン膜5のエッチング選択比が十分に高くなる条件とする。

【0035】この後、マスクとして用いた無機シロキサン膜7を、例えばフッ化水素酸(HF)やフッ化アンモニウム(NH₄F)の水溶液などをエッチャントに用いたウェットエッチングにより除去する(図1(f))。

【0036】ここで、無機シロキサン膜7は、フッ化水素酸(HF)やフッ化アンモニウム(NH₄F)の水溶液などで容易に溶解するが、有機シロキサン膜5はその有機官能基の持つ撥水性により溶解しにくいので、無機シロキサン膜7を選択的に除去することができる。

【0037】なお、このようなウェットエッチング処理を行わなくても、例えば有機シロキサン膜5をエッチングする際に無機シロキサン膜7もエッチングされ、有機シロキサン膜5のエッチングの終了時点で無機シロキサン膜7が消滅するように、RIE条件を選んで良い。これは、無機シロキサン膜7の膜厚が、有機シロキサン膜5のそれよりも薄いことから可能となる。

【0038】また、シリコン窒化膜6に対する有機シロキサン膜5のエッチング選択比が十分に高くなるRIE条件であれば、有機シロキサン膜5のエッチングの終了前に無機シロキサン膜7が消滅しても良い。

【0039】また、有機シロキサン膜5をその表面がエッチングされないように酸素イオン処理などで予め改質しておけば、有機シロキサン膜5のRIEの終了時点でシリコン窒化膜6および無機シロキサン膜7が消滅するようにできる。

【0040】このように無機シロキサン膜7の除去方法にはいくつかの方法があるが、第1の配線層4に与える影響を考えた場合には、ウェットエッチングによる方法が好ましい。

【0041】最後に、同図(f)に示すように、例えばTi/TiNのバリアメタル膜9を接続孔の底面および側面を覆うように形成した後、その上に例えばスパッタリング法によりCuが添加されたAl膜を形成し、このAl膜をフォトリソグラフィとRIEを用いて加工して、第2の金属配線10が完成する。

【0042】以上述べたように本実施形態によれば、レジストパターン8を酸素プラズマにより除去する際、低酸素プラズマ耐性の有機シロキサン膜5はシリコン窒化膜6により保護され、酸素プラズマの影響を受けずに済むので、有機シロキサン膜5の利点である低誘電率を十分に発揮でき、これにより配線間容量の小さい多層配線を実現できるようになる。

【0043】本実施形態は以下のように種々変形できる。例えば、本実施形態では、-CH₃基を持った有機シロキサンを用いたが、その他の有機官能基を持った有機シロキサンでも良いし、あるいはポリイミドなどの有

機化合物でも良い。

【0044】また、本実施形態では、有機シロキサン膜5、無機シロキサン膜7の成膜方法としてスピニング法を用いたが、CVD法、スパッタリング法などの他の成膜法を用いても良い。

【0045】また、本実施形態では、無機シロキサン膜7を用いたが、他の絶縁膜、例えばプラズマCVD法により形成したシリコン酸化膜、またはSi-C結合、Si-F結合、Si-B結合などの結合を有するシリコン酸化膜でも良い。要は、酸素プラズマ耐性がある絶縁膜であれば良い。

【0046】また、本実施形態では、シリコン窒化膜6を用いたが、他の絶縁膜、例えば炭素膜でも良い。要は、酸素プラズマ耐性があり、下地の有機シロキサン膜5とエッチング選択比が取れる絶縁膜であれば良い。

【0047】また、本実施形態では、第1、第2の金属配線4、10はRIE法で形成したものであるが、埋め込み法で形成したものであっても良い。また、本実施形態では、シリコン窒化膜6を残して第2の金属配線10を形成したが、シリコン窒化膜6を除去して第2の金属配線10を形成しても良い。この場合、配線間容量をさらに小さくすることができる。

【0048】また、本実施形態では、2層構造の多層配線の場合について説明したが、本実施形態の金属配線の形成工程を繰り返すことで、3層以上の多層配線を形成することもできる。

【0049】なお、本発明とは異なる方法ではあるが、シリコン窒化膜6を形成せずに、有機シロキサン膜5上に無機シロキサン膜7を直接形成しても良い。この場合、無機シロキサン膜7をエッチングし、パターンニングする際に、有機シロキサン膜5が露出しないうちでエッチングを止め、レジストパターン8を除去する必要がある。

(第2の実施形態)図2、図3は、本発明の第2の実施形態に係る多層配線の製造方法を示す工程断面図である。本実施形態は、本発明をデュアルダマシンプロセスに適用した例である。

【0050】まず、図2(a)に示すように、層間絶縁膜21の表面に第1の配線溝を形成した後、この第1の配線溝内に第1の金属配線22を埋め込み法により形成する。

【0051】なお、層間絶縁膜21の下には、第1の実施形態と同様に素子が形成されたシリコン基板が実際には存在するが、ここでは省略してある。次に同図(a)に示すように、第1の金属配線22が形成された層間絶縁膜21上に、-CH₃官能基を有する厚さ1μmの有機シロキサン膜23をスピニング法を用いて形成した後、この有機シロキサン膜23上に厚さ20nmのシリコン窒化膜24をプラズマCVD法を用いて形成する。

【0052】次に同図 (a) に示すように、シリコン窒化膜 24 上に Si-H 結合を有する厚さ 300 nm の無機シロキサン膜 25 をスピンコーティング法を用いて形成した後、この無機シロキサン膜 25 上に接続孔に対応した開口パターンを有するレジストパターン 26 をリソグラフィ技術を用いて形成する。

【0053】次に同図 (a) に示すように、このレジストパターン 26 をマスクにして無機シロキサン膜 25 を RIE 法にてエッチングし、レジストパターン 26 のパターンを無機シロキサン膜 25 に転写する。このとき、シリコン窒化膜 24 が除去されないようにする。すなわち、有機シロキサン膜 23 が露出しないようにする。

【0054】この後、酸素プラズマ処理により、レジストパターン 26 を剥離する。このとき、有機シロキサン膜 23 はシリコン窒化膜 24 で覆われ、有機シロキサン膜 23 は酸素プラズマに晒されないの、有機シロキサン膜 23 は酸素プラズマによって変質せず、誘電率が高くなることはない。また、有機シロキサン膜 23 の変質による、後工程で形成するバリアメタル層や第 2 の金属配線の腐食を防止することができる。

【0055】次に図 2 (b) に示すように、無機シロキサン膜 25 をマスクにして、シリコン窒化膜 24 を RIE 法にてエッチングする。このときの RIE 条件は、無機シロキサン膜 25 に対するシリコン窒化膜 24 のエッチング選択比が十分に高くなる条件とする。また、図では有機シロキサン膜 23 がエッチングされているが、エッチングされなくても良い。

【0056】次に図 2 (c) に示すように、第 1 の実施形態の図 1 (d) の工程と同様な方法により、無機シロキサン膜 25 を除去する。このとき、シリコン窒化膜 24 が除去されないようにする。

【0057】次に同図 (c) に示すように、全面に厚さ 1 μm の有機シロキサン膜 27 をスピンコーティング法を用いて形成し、続いてこの有機シロキサン膜 27 上に厚さ 20 nm のシリコン窒化膜 28 をプラズマ CVD 法を用いて形成し、続いてこのシリコン窒化膜 28 上に厚さ 300 nm の無機シロキサン膜 29 をスピンコーティング法を用いて形成する。

【0058】次に図 2 (d) に示すように、無機シロキサン膜 29 上に配線溝に対応した開口パターンを有するレジストパターン 30 を形成した後、このレジストパターン 30 をマスクにして無機シロキサン膜 29 を RIE 法にてエッチングし、レジストパターン 30 のパターンを無機シロキサン膜 29 に転写する。

【0059】この後、酸素プラズマ処理により、レジストパターン 30 を剥離する (図 3 (e))。このとき、有機シロキサン膜 27 はシリコン窒化膜 28 で覆われ、有機シロキサン膜 27 は酸素プラズマに晒されないの、有機シロキサン膜 27 は酸素プラズマによって変質せず、誘電率が高くなることはない。また、有機シロキ

サン膜 27 の変質による、後工程で形成するバリアメタル層や第 2 の金属配線の腐食を防止することができる。

【0060】次に図 3 (f) に示すように、無機シロキサン膜 29 をマスクにして、シリコン窒化膜 24 の表面が露出するまで、シリコン窒化膜 28、有機シロキサン膜 27 を RIE 法にて順次エッチングし、有機シロキサン膜 27 に配線溝を形成する。

【0061】次に同図 (f) に示すように、シリコン窒化膜 24 が除去されない RIE 条件で、無機シロキサン膜 29 および露出したシリコン窒化膜 24 をマスクにして、有機シロキサン膜 27、有機シロキサン膜 23 を RIE 法にて順次エッチングし、第 1 の金属配線 22 に達する接続孔を形成する。配線溝はこの接続孔を介して第 1 の金属配線 22 につながる。

【0062】この後、HF や NH₄F によるウェットエッチングにより無機シロキサン膜 29 を除去する。次に図 3 (g) に示すように、例えば Ti/TiN のバリアメタル膜 31 を配線溝および接続孔の底面および側面を覆うように形成した後、その上に例えばスパッタリング法により Cu が添加された A1 膜を形成し、この A1 膜をフォトリソグラフィと RIE を用いて加工して、第 2 の金属配線 32 が完成する。

【0063】以上述べたように本実施形態によれば、レジストパターン 26、30 を酸素プラズマにより除去する際、低酸素プラズマ耐性の有機シロキサン膜 23、27 はそれぞれシリコン窒化膜 24、28 により保護され、酸素プラズマの影響を受けずに済むので、有機シロキサン膜 23、27 の利点である低誘電率を十分に発揮でき、これにより配線間容量の小さいデュアルダマシン配線を実現できるようになる。また、本実施形態においても、第 1 の実施形態で説明した各種の変形が可能である。

【0064】なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、第 1 の配線層が金属配線である場合について説明したが、本発明は第 1 の配線層がシリコン基板の表面に形成された不純物拡散層の場合にも適用可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施できる。

【0065】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、第 3 の絶縁膜のエッチング際に用いた第 1 のレジストパターンを除去するとき、第 1 の絶縁膜は第 2 の絶縁膜により保護されるので、第 1 の絶縁膜は第 1 のレジストパターンの除去工程の影響を受けずに済む。

【0066】これにより、第 1 の絶縁膜として低誘電率ではあるが酸素プラズマ耐性の低い絶縁膜を用いた場合に、酸素プラズマにより第 1 のレジストパターンを除去しても、第 1 の絶縁膜の誘電率の上昇や、第 1 の配線層の腐食は起こらずに済む。

【図面の簡単な説明】

11

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る多層配線の形成方法を示す工程断面図

【図 2】本発明の第 2 の実施形態に係る多層配線の前半の形成方法を示す工程断面図

【図 3】本発明の第 2 の実施形態に係る多層配線の後半の形成方法を示す工程断面図

【図 4】従来の多層配線の形成方法を示す工程断面図

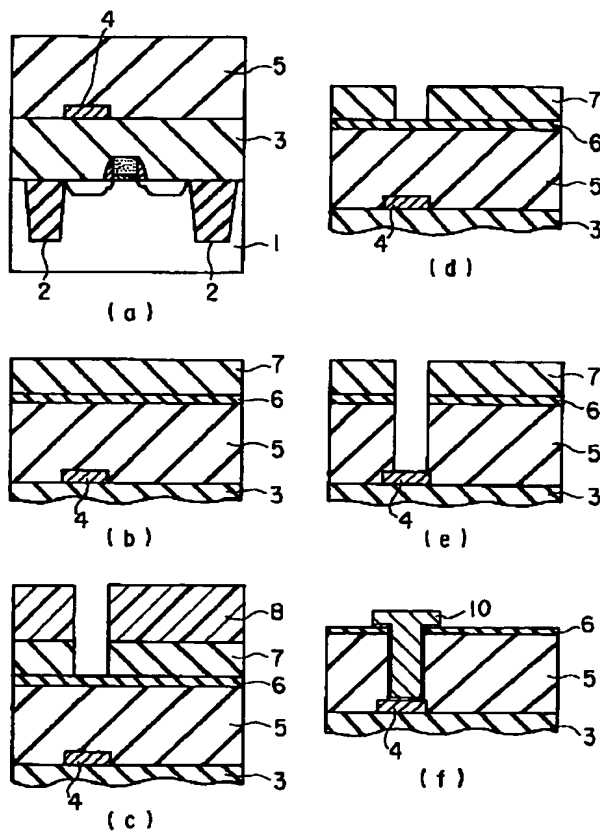
【符号の説明】

- 1…シリコン基板
2…素子分離絶縁膜
3…層間絶縁膜（下地）
4…第 1 の金属配線（第 1 の配線層）
5…有機シロキサン膜（第 1 の絶縁膜）
6…シリコン窒化膜（第 2 の絶縁膜）
7…無機シロキサン膜（第 3 の絶縁膜）

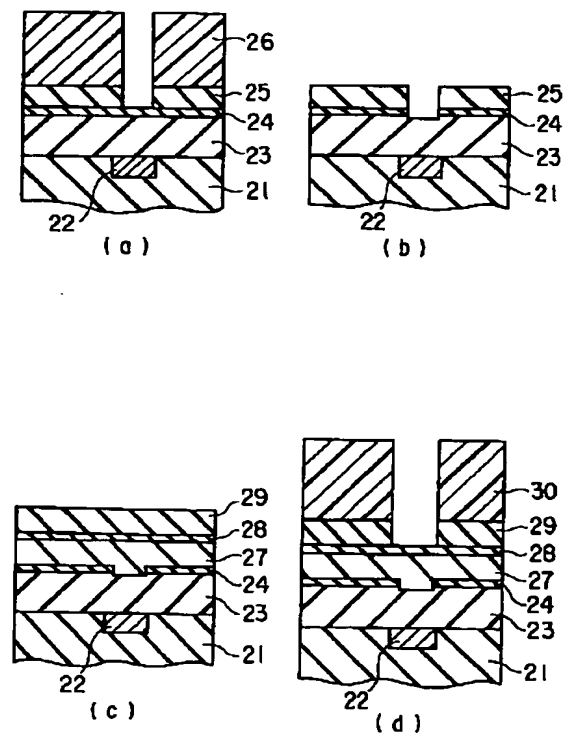
12

- 8…レジストパターン（第 1 のレジストパターン）
9…バリアメタル膜
10…第 2 の金属配線
21…層間絶縁膜（下地）
22…第 1 の金属配線（第 1 の配線層）
23…有機シロキサン膜（第 1 の絶縁膜）
24…シリコン窒化膜（第 2 の絶縁膜）
25…無機シロキサン膜（第 3 の絶縁膜）
26…レジストパターン（第 1 のレジストパターン）
27…有機シロキサン膜（第 4 の絶縁膜）
28…シリコン窒化膜（第 5 の絶縁膜）
29…無機シロキサン膜（第 6 の絶縁膜）
30…レジストパターン（第 2 のレジストパターン）
31…バリアメタル膜
32…第 2 の金属配線

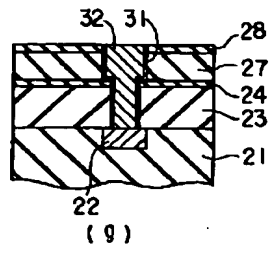
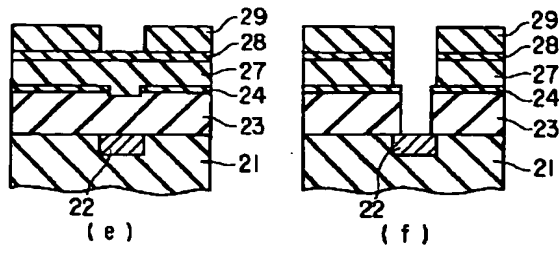
【図 1】



【図 2】



【図3】



【図4】

